

**LABORATOIRE DE MATHÉMATIQUES, INFORMATIQUE ET  
APPLICATIONS  
JOURNÉE DES DOCTORANTS 2017**

15 JUIN 2017

1. ÉTUDE DES SINGULARITÉS DE LA FONCTION VALEUR À CANARD DE CERTAINES  
ÉQUATIONS DIFFÉRENTIELLES COMPLEXES SINGULIÈREMENT PERTURBÉES.  
P. PAVIS D'ESCURAC

Les *canards* ont été découverts au début des années 1980 par É. Benoît, F. et M. Diener et J.-L. Callot lors d'une étude la fameuse équation de van der Pol. Étant donnée une équation différentielle réelle, singulièrement perturbée par un petit paramètre  $\varepsilon$ , une solution canard – si elle existe – a la particularité de longer partiellement ou en totalité la partie attractive puis répulsive d'une courbe lente, pour une certaine valeur du paramètre de contrôle  $a$ , appelée *valeur à canard*. Une généralisation aux EDO complexes a ensuite donné lieu aux solutions surstables, bornées dans tout un voisinage d'un point tournant, c'est-à-dire un point où la courbe lente présente une inversion de stabilité. Il est connu que dans le plan complexe ([1] and [2]), les valeurs à canard admettent un même développement asymptotique Gevrey d'ordre 1 noté  $\hat{a}$ , si bien que la transformée de Borel  $\tilde{a}(t)$  de cette série  $\hat{a}(\varepsilon)$  est analytique au voisinage de l'origine. En utilisant comme outil, la récente théorie des développements asymptotiques combinés due à A. Fruchard et R. Schäfke ([3]), nous étudions et décrivons la première singularité de cette transformée de Borel  $\tilde{a}$ . Nous nous concentrons sur deux équations différentielles : une équation de Riccati et l'équation de van der Pol. Pour ces deux équations, la série formelle  $\hat{a}$  est Borel-sommable dans toutes les directions du plan complexe, excepté l'axe des réels positifs qui constitue une ligne de Stokes. Nous obtenons d'abord une estimation de la différence des valeurs à canard. Cette estimation contient un terme exponentiellement petit et un développement asymptotique Gevrey. Ensuite, nous traduisons ce résultat dans le plan de Borel. Ainsi, il existe  $R > 0$  tel que la transformée de Borel  $\tilde{a}$  peut être prolongée analytiquement à  $\mathbb{C} \setminus [R, +\infty[$  et a une singularité isolée en  $t = R$  sur le premier feuillet. Ce travail a été dirigé par A. Fruchard et R. Schäfke.

RÉFÉRENCES

- [1] É. Benoît, A. Fruchard, R. Schäfke and G. Wallet, Solutions surstables des équations différentielles complexes lentes-rapides à point tournant, Ann. Fac. Sci. Toulouse. Vol. VII, no.4 (1998), 627–658
- [2] M. Canalis-Durand, J.P. Ramis, R. Schäfke and Y. Sibuya, Gevrey solutions of singularly perturbed differential equations, J. Reine Angew. Math. 518 (2000), 95–129
- [3] A. Fruchard and R. Schäfke, Composite Asymptotic Expansions. Lecture Notes in Mathematics, Springer, Vol.2066 (2013)

2. THE PROBLEM TO DEFINE A SLIDING VECTOR FIELD ON CO-DIMENSION TWO  
 MANIFOLDS  
 WILLIAN PEREIRA NUNES

The study of differential equations with discontinuous right-hand side is motivated by its many applications mainly in mechanics, electrical engineering and general automatic control. Filippov convexification method is the most used technique to deal with piecewise smooth dynamical systems, especially the differential equations with discontinuous right-hand side, in order to analyze the flow of the field over the discontinuity, determining the so called escaping, sliding and sewing regions. The main problem is to define the sliding vector field, over the sliding region. However, when we deal with a discontinuity of co-dimension two, the convexification is not very effective way to define a sliding vector field. In this work is showed another approach to solve this problem, using the double regularization with two parameters and a blow-up to obtain a smooth dynamical system without the discontinuity. Analyzing the regularized system for small values of the parameters, will give information of the sliding vector field.

3. LA MÉTHODE DU DOMAINE FICTIF APPLIQUÉE À L'INTERACTION FLUIDE-STRUCTURE  
 OÙ LES DÉPLACEMENTS SONT LIMITÉS PAR UN OBSTACLE  
 OTHMAN YAKHLEF

L'interaction fluide-structure se rencontre dans diverses applications médicales et d'ingénierie: le flux sanguin dans l'artère, l'impact de l'onde de tsunami sur la protection côtière.

La simulation numérique d'écoulement d'un fluide en interaction avec une structure est toujours un problème difficile. Les méthodes de type domaines fictifs offrent la possibilité d'utiliser un maillage cartésien, non adapté à la forme du domaine contenant le fluide. La méthode de domaine fictif consiste à immerger le domaine réel dans un domaine fictif de forme géométrique plus simple.

La continuité des forces à l'interface est vérifiée d'une manière implicite. L'existence d'un problème stationnaire sans obstacle a été étudiée dans [1] et des tests numériques sont présentés dans [2].

Le but du travail est de proposer des méthodes numériques pour résoudre un problème d'interaction fluide-structure où les déplacements sont limités par un obstacle.

Nous avons commencé avec la résolution des équations de Stokes, ensuite nous avons résolu le problème d'élasticité avec obstacle. A la fin nous avons fait le couplage entre le fluide qui est représenté par l'équation de Stokes et la structure qui est représentée par l'équation d'élasticité où le déplacement de la structure est limité par un obstacle rigide et des résultats pour la résolution numérique sont représentés dans [3].

[1] A. Halanay, C.M. Murea, D. Tiba, Existence and approximation for a steady fluid-structure interaction problem using fictitious domain approach with penalization, *Mathematics and its Applications*, 5 (2013), No. 1-2, 120–147.

[2] C.M. Murea, A. Halanay, Embedding domain technique for a fluid-structure interaction problem, *Modeling and Optimization*, D. Hamberg, F. Troltsch, (Eds.), Springer, 2013, pp. 358–367.

[3] O.Yakhlef, C.M. Murea, Numerical procedure for fluid-structure interaction with structure displacements limited by a rigid obstacle.

#### 4. DEFORMATION AND QUANTIZATION OF COLOR LIE BIALGEBRAS BENEDIKT HURLE

A color vector space is graded vector space with a commutation factor, which generalizes the sign in so called super vector spaces. For a given commutation factor color vector spaces form a category, which in the classical sense only includes the morphisms of degree zero. So to better handle the graded morphisms, one can consider it in the the setting of enriched category theory. On a color vector space one can then define - as usual - algebras, coalgebras, Lie algebras and so on, which are then called color algebras, .... The relations involve in general the commutation factor, so e.g. a color Lie algebra is not a usual Lie algebra. For the case of color Lie (bi)algebras, one can define a generalization of the grand crochet, with which one can describe easily the cohomology and deformations. I will also talk about how the generalize the quantization procedure due to Etingof and Kazhdan to the color case.

#### 5. STRUCTURE ET CLASSIFICATION DES ALGÈBRES HOM-ASSOCIATIVES ABDOU DAMDJI AHMED ZAHARI

La notion d'algèbre Hom-associative a été initialement introduite par Makhlouf et Silvestrov. Il s'agit d'une généralisation des algèbres associatives obtenue en modifiant la condition d'associativité à l'aide d'un morphisme. Les algèbres Hom-associatives ont des liens étroits avec divers aspects de mathématiques et de physique, par exemple les  $q$ -déformations des algèbres de champs de vecteurs qui conduisent aux algèbres Hom-Lie. Il y a une adjonction entre les catégories des algèbres Hom-Lie et algèbres associatives.

L'objectif de ce travail est d'étudier la structure et les propriétés des algèbres Hom-associatives ainsi que d'établir la classification en petites dimensions. L'ensemble des algèbres Hom-associatives de dimension  $n$  possède la structure de variété algébrique notée  $HAss_n$ , sur laquelle agit le groupe linéaire. On a établi la classification à isomorphisme près pour les dimensions 2 et 3. Par ailleurs, on a calculé pour toutes ces algèbres les invariants tels que les dérivations, les alpha-dérivations, les groupes de cohomologie et les déformations infinitésimales. On a ensuite étudié la classe des algèbres Hom-associatives simples et montré qu'elles s'obtiennent comme des Twists d'algèbres associatives simples. La classification et les notions de déformation et dégénération permettent de caractériser les composantes irréductibles de  $HAss_2$  et  $HAss_3$ .

#### 6. SUPER-BIALGÈBRES HOM-LIE MOHAMED FADOUS

Le but de mon travail est de généraliser la notion de bialgèbres Hom-Lie au cas gradué. Dans cet exposé, je donnerai les éléments de la théorie générale ainsi que mes principaux résultats de classification et construction. On s'intéressera par ailleurs aux super-bialgèbres Hom-Lie de type cobord et quasi triangulaires.